

**Caracterización edafoclimática del
predio el Alto, de la vereda la
Cortada, municipio de Caicedo para
la producción de Aguacate (*Persea
americana Miller*)**

**Leidy Tatiana Quinchía Jaramillo
Maria Yurley Varela**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, pecuarias y del Medio
Ambiente- ECAPMA
Medellín, Colombia
2017**

Caracterización edafoclimática del predio el alto, de la vereda la cortada, municipio de Caicedo para la producción de Aguacate (*Persea americana Miller*)

**Leidy Tatiana Quinchía
Maria Yurley Varela**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Agrónomo

Línea de Investigación: Desarrollo Rural

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, pecuarias y del Medio Ambiente
Medellín, Colombia
2017

***A nuestra familia, amigos, docentes
Y personas que hicieron
Parte de este logro.***

Agradecimientos

A Dios por darnos la fortaleza necesaria en los momentos más difíciles y permitirnos pasar todos los obstáculos que se nos presentaron.

A mi esposo e hija por la paciencia y comprensión necesaria para continuar.

A todos mis familiares, compañeros y amigos que de una u otra forma me ayudaron para que este sueño se hiciera una realidad.

A mi mamá **Guillermina**, a mi papá **Héctor Fabio** y mi hermana **Yuly Andrea** por su amor, comprensión y paciencia; les agradezco por velar por mi bienestar y servir como mi mayor sustento emocional en situaciones que requerían de toda mi energía.

Al doctor **Luis Javier Escobar** por su apoyo económico y contribución en el logro de este objetivo.

Resumen

Se caracterizaron las propiedades físicas y químicas del suelo del Predio El Alto, vereda la Cortada, municipio de Caicedo, Antioquia para la producción de Aguacate (*Persea americana Miller*). Se tomaron un total de 23 submuestras en todo el terreno, las cuales conformaron la muestra enviada al laboratorio. La herramienta utilizada para la extracción del suelo fue barreno, a una profundidad de 30 centímetros. El análisis de suelo fue realizado en el laboratorio Suelo Vital perteneciente a la Universidad Católica de Oriente.

Se tomaron fotografías aéreas con un drone, que permitieron establecer la ubicación de los puntos de la toma de muestras, la pendiente del terreno, los linderos y la distribución actual del predio.

Los resultados obtenidos mostraron que el suelo presenta textura franco arcillo arenosa, pH de 5.7, contenidos altos de potasio, nitrógeno, calcio y magnesio, concluyendo que el predio es apto para el establecimiento del cultivo de Aguacate (*Persea americana Miller*).

Palabras claves: Caracterización, suelo, Investigación, Agrícola, Edafoclimática, análisis.

Abstract

The physical and chemical properties of the soil of the El Alto site, La Cortada road, Caicedo municipality, Antioquia, were characterized for the production of Avocado (*Persea americana Miller*). A total of 23 subsamples were taken in the whole field, which conformed the sample sent to the laboratory. The technique used for the extraction of the soil was boring, to a depth of 30 centimeters. Soil analysis was performed in the Soil Vital laboratory belonging to the University Catholic of Orient.

Aerial photographs were taken with a drone, which allowed to establish the location of sampling points, the slope of the land, the boundaries and the current distribution of the property.

The results obtained showed that the soil presents a sandy loam texture, pH 5.7, high potassium, nitrogen, calcium and magnesium content, and concluded that the plant is suitable for the establishment of the Avocado (*Persea americana Miller*) cultivation.

Keywords: Characterization, Soil, Research, Agricultural, Soil-climatic, analysis.

Contenido

Resumen	5
Introducción	8
1. Objetivos.....	10
1.1 General.....	10
1.2 Específicos	10
2. Marco teórico.....	11
2.1 Caracterización edafoclimática de suelos para producción de Aguacate	11
2.2 El Aguacate (<i>Persea Americana Miller</i>).....	11
2.3 El cultivo de Aguacate en Colombia	11
2.4 Requerimientos de suelo y nutrientes para el cultivo de Aguacate.....	12
2.5 Análisis de suelos	12
2.6 La fotointerpretación.....	15
3 Materiales y métodos.....	15
3.1 Localización	15
3.2 Procedimiento para la toma de muestra de suelo en campo	17
3.3 Metodología utilizada por el laboratorio.....	18
4 Resultados.....	19
5 Conclusiones.....	26
6 Recomendaciones.....	27
7 Bibliografía	28

Introducción

Colombia tiene un enorme potencial agropecuario, sin embargo, según cifras del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac), de 114 millones de hectáreas con las que cuenta el país, 26 millones tienen posibilidades para la producción agrícola, pecuaria y forestal, y solo se produce en 6,3 millones de hectáreas (24,2 %). De los suelos netamente agrícolas, que son 11,3 millones de hectáreas, solo se aprovechan el 35 por ciento. En contraste, hay 8 millones de hectáreas de vocación ganadera y a las actividades de pastoreo (traslado del ganado de un lado a otro) se dedican 38 millones de hectáreas. (DANE, 2005).

Por consiguiente, según Escalante (2015) para el departamento de Antioquia, el 51 % del suelo tiene conflictos de uso (3,2 millones de hectáreas). La sobreutilización afecta el 35 por ciento (2,2 millones de hectáreas). La subutilización se da en el 16 por ciento del departamento (más de un millón de hectáreas). (Escalante, 2015)

Ahora bien, en el municipio de Caicedo- Antioquia, se está presentando un evento de conversión de tierras de uso agrícola y de conservación, a urbano, minero y ganadero, debido entre otras cosas, a situaciones de mercado relacionadas con la poca rentabilidad del cultivo del Café en ciertos momentos, sobre todo de pequeños y medianos productores. (Alcaldía de Caicedo, 2000)

Bajo este marco, la falta de planificación en el uso del suelo de estas áreas, también ha provocado la sustitución de las tierras con mayor aptitud agrícola, la degradación del suelo debido a su uso no conforme y a prácticas de manejo inadecuadas como la Minería, las cuales han llevado al desplazamiento de las áreas de cultivo a zonas de menor rendimiento y la disminución en los volúmenes de producción. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2013)

Por tales motivos, la caracterización de suelos surge como respuesta ante la necesidad de los municipios y las regiones, para promover el potencial agrícola de la zona, ya que a través de este se pueden determinar las características físicas y químicas con las que cuenta, además de las posibles afectaciones que se hayan producido sobre el mismo. En este se analizan características del suelo como color, textura, estructura, potencial de

Hidrogeniones (pH), macro y micro nutrientes, porosidad, resistencia al rompimiento y presencia de carbonatos, entre otros. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2013)

Por lo tanto, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y otras instituciones han realizado caracterizaciones de suelos para las actividades agrícolas del país, los resultados muestran que esta actividad cubre alrededor del 20% del área total del país, destacándose la producción de Café, Plátano, Banano de exportación, Hortalizas, Frutales, Caña de azúcar, Arroz y Yuca (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior y el alto potencial productivo y competitivo del cultivo de Aguacate (*Persea americana Miller*) en el país, el proyecto de Caracterización física y química del predio El Alto, de la vereda La Cortada, municipio de Caicedo, Antioquia, buscó la viabilidad técnica del cultivo, pero además pretendió replicar los resultados obtenidos, con el fin de aumentar las áreas de producción de Aguacate, mejorando la calidad de vida de estos productores y sus familias, al mismo tiempo definir y delimitar los usos del suelo, evitando una competencia entre el crecimiento poblacional, el uso urbano y las áreas de producción en cultivos tradicionales como Café, Plátano, Hortalizas, Frutales de clima frío y moderado, en una pequeña porción los Pastos y las plantaciones forestales, algunos terrenos no cultivables y aguas superficiales (quebradas).

1. Objetivos

1.1 General

Realizar la caracterización edafoclimática para la producción de Aguacate en el predio el Alto de la vereda de la Cortada, Municipio de Caicedo.

1.2 Específicos

- Realizar análisis de suelos, que permitan la identificación de las características físicas y químicas del suelo.
- Plasmar la proyección agrícola basada en los resultados de los análisis obtenidos.
- Promover la aptitud del suelo a través de la socialización de los resultados obtenidos

2. Marco teórico

2.1 Caracterización edafoclimática de suelos para producción de Aguacate

Una caracterización de suelos es un proceso, que permite determinar las características físicas y químicas con las que esta cuenta, además de las posibles afectaciones que se hayan producido sobre el mismo. En este se analizan características del suelo como forma, color, textura, estructura, potencial de Hidrogeniones (pH), pedregosidad, capas endurecidas, moteados, resistencia al rompimiento y presencia de carbonatos, entre otros. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2013)

2.2 El Aguacate (*Persea Americana* Miller)

El aguacate es una fruta tropical originaria de México, Centro América y la región norte de América del Sur, cuyo descubrimiento data desde hace 7000- 8000 años en una cueva de Puebla, México (Pérez *et.al.*, 2015).

La especie *Persea americana* Mill, se encuentra distribuida a nivel mundial en regiones tropicales y subtropicales con un área sembrada de 516.485 ha y una producción mundial de 4'717.102 Ton para el año 2013, de la cuales 144.000 ha y 1'500.000 Ton corresponden a México, por lo que se constituye como el país líder en el cultivo del aguacate (FAO, 2015).

2.3 El cultivo de Aguacate en Colombia

Aunque el aguacate en el territorio colombiano puede crecer desde el nivel del mar hasta los 2500 m.s.n.m. en zonas de cordillera (Bernal & Díaz, 2014), sus plantaciones comerciales pueden agruparse en cuatro regiones que incluyen 16 departamentos distribuidos así: Zona Costa Atlántica (Bolívar, Sucre, Cesar y Magdalena), Zona Centro-Occidente (Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca), Zona Centro- Sur (Tolima, Huila y Cauca) y Zona Centro- Oriente (Santander, Norte de Santander, Boyacá y Cundinamarca). (Bareño, F., 2014). Las estadísticas oficiales más recientes, posicionan al aguacate como el quinto cultivo más importante

del país con un área sembrada de 33.341,26 ha y una producción de 320.629,21 Ton para el año 2014 (Agronet, 2016).

En Colombia se cultivan un gran número de variedades de aguacate, las cuales pueden clasificarse de acuerdo a su diversidad genética; de esta manera se tiene el aguacate de raza guatemalteca, cuyo representante más cultivado y comercializado en nuestro país es la variedad *Hass*, el aguacate de raza antillana más conocido como criollo o nativo y los aguacates denominados papelillos que son híbridos de las dos razas anteriores. (Plan de negocios del aguacate, 2013).

2.4 Requerimientos de suelo y nutrientes para el cultivo de Aguacate

Este frutal, como ningún otro, requiere suelos muy bien drenados, ya que sus raíces son altamente susceptibles a los problemas radicales; suelos con profundidad efectiva y nivel freático superiores a 1,0 m, con texturas livianas que favorezcan la formación de un sistema radicular denso y muy ramificado (Avilan et al., 1989). El aguacate se adapta a una gran gama de suelos, desde los arenosos hasta los arcillosos, siempre y cuando posean un buen drenaje interno, factor que es de vital importancia (Galan-Sauco, 1990).

En el caso del aguacate, es de vital importancia la aplicación de los macro nutrientes nitrógeno (N) y potasio (K) y los secundarios calcio (Ca) y magnesio (Mg). En suelos con contenido medio a alto de fósforo (P) sin problemas de pH u otros factores que pueden disminuir la disponibilidad de fósforo para la planta, solo se recomienda la aplicación de dosis de fósforo (P) de mantenimiento (aplicar solo la cantidad de fósforo que se está sacando de la parcela) cada 2 ó 3 años (FHIA, 2008).

2.5 Análisis de suelos

De acuerdo Jaramillo (2002), el análisis de suelos es una herramienta fundamental para evaluar la fertilidad del suelo, su capacidad productiva y es la base para definir la dosis de nutrientes a aplicar.

Con los análisis de suelos podemos medir los siguientes parámetros:

- **Textura:** es aquella propiedad que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetro menor a 2 mm, es decir, la tierra fina, en el suelo; estas partículas, llamadas separados, se agrupan en tres clases, por tamaños: Arena (A), Limo (L) y Arcilla (Ar) y son definidas según varias instituciones internacionales.

Los suelos ideales para el cultivo de aguacate son aquellos de textura media: franco, franco arenoso, franco arcillo y migajón, profundos y con buen drenaje, para facilitar la absorción de los principales nutrientes garantizando así el desarrollo radicular, aunque también puede cultivarse en suelos arcillosos o franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje (FHIA, 2008).

- **Capacidad de Intercambio catiónico:** Es la medida de la capacidad que posee un suelo de adsorber cationes y es equivalente a la carga negativa del suelo. Esta propiedad es la que define la cantidad de sitios disponibles para almacenar los cationes en el suelo. Los cationes que son sometidos a esta retención quedan protegidos contra los procesos que tratan de evacuarlos del suelo, como la lixiviación, evitando así que se pierdan nutrientes para las plantas. Además, como la retención se hace superficialmente obedeciendo a deferencias de carga electrostática, los cationes adsorbidos pueden ser intercambiados por otros de la solución del suelo, convirtiéndose en cationes intercambiables, necesarios en los procesos de nutrición de la planta.
- **Ph:** La reacción del suelo es aquella propiedad que establece el grado de acidez o de alcalinidad que él presenta y tiene una gran influencia en muchas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En general, se considera como un pH óptimo para el cultivo de Aguacate el rango comprendido entre 5,5 y 6,5, originándose deficiencias fundamentales de hierro y zinc en suelos de reacción alcalina (Galan-Sauco, 1990).

- **Conductividad eléctrica (CE):** La CE es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuanto más fácil se mueve la corriente a través del mismo. Esto significa que a mayor CE,

mayor es la concentración de sales. Se recomienda que la CE de un sustrato sea baja, en lo posible menor a 1dS m⁻¹ (1+5 v/v). sin embargo, Una CE baja facilita el manejo de la fertilización y se evitan problemas por fitotoxicidad en el cultivo. (Barbaro, Karlanian, & Mata, S.f)

- **Saturación de aluminio:** El aluminio soluble (Al³⁺) es el factor más limitante para el crecimiento y la producción de los cultivos en suelos ácidos; conlleva a la disminución de la solubilidad del fósforo y del molibdeno, y al descenso de la concentración de macronutrientes en la solución del suelo (Rout et al., 2001); y en la planta, causa una alteración del metabolismo general, especialmente inhibe el crecimiento radical, lo cual tiene como consecuencia una reducción en la toma de agua y nutrientes. (Rivera, Moreno, Herrera, & Romero, 2016)
- **Macronutrientes:** Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 1992).

En el caso del cultivo de Aguacate los macronutrientes de mayor importancia son: Nitrógeno (N), Potasio (K), Fosforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). (Instituto Colombiano Agropecuario, 2014)

Micronutrientes: Según el Instituto Colombiano Agropecuario, (2014) algunos micro elementos importantes en el cultivo de Aguacate son: Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha

subsiguiente. (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 1992)

2.6 La fotointerpretación

Las fotografías aéreas tienen como objetivo la obtención de imágenes como objeto de estudio de elementos presentes sobre alguna superficie terrestre, elegidas por la foto intérprete, quien a su vez reconoce, identifica y deduce mediante técnicas sencillas los componentes presentes en un área. (Arias, 2015)

3 Materiales y métodos

3.1 Localización

Caicedo está a 121 Km de distancia de la ciudad de Medellín por el occidente; la cabecera municipal se encuentra a 6°24'26" de latitud norte, 75°59'19" de longitud al oeste de Greenwich y 1800 metros de altura sobre el nivel del mar, una de las regiones más ricas y fértiles de Colombia, la que se ubica bordeando la parte más selvática del Choco, y asentado sobre los colosales repliegues orientales de la cordillera occidental en donde se hermanan sus 25 municipios, cobijados por una misma cultura de la cristiandad y del café.. (Alcaldía de Caicedo, 2016)

Caicedo limita por el norte con los municipios de Abriaquí y Santa Fe de Antioquia, por el oriente con Santa Fe de Antioquia y Anzá, por el occidente con el municipio de Urrao y por el sur con Anzá y Urrao. El municipio cuenta con una extensión total de 221 Km².

Una buena parte de los suelos del Municipio de Caicedo están dedicados a la agricultura y a la ganadería. Geológicamente los suelos de Caicedo se dividen en tres tipos. 1. De clima medio húmedo y muy húmedo, en relieve quebrado moderadamente evolucionados, de saturados y profundos a superficiales. En estos suelos se presenta erosión ligera a severa. 2. De clima frío húmedo, y en relieve quebrado, moderadamente evolucionados, de saturados y profundos. En estos terrenos se encuentra erosión ligera a severa y en algunas áreas los suelos son saturados. 3. De

clima frío húmedo y muy húmedo, derivados o no de cenizas volcánicas, moderadamente evolucionados, de saturados y generalmente profundos. La erosión varía de ligera a severa. (Alcaldía de Caicedo, 2016).

Su economía se basa en la producción de café, la cual es su principal fuente de empleo. La ganadería, la panela, la yuca, el plátano, el maíz y la granadilla han constituido una nueva dinámica en la producción y generación de empleo. (Universidad de Antioquia, 2012)

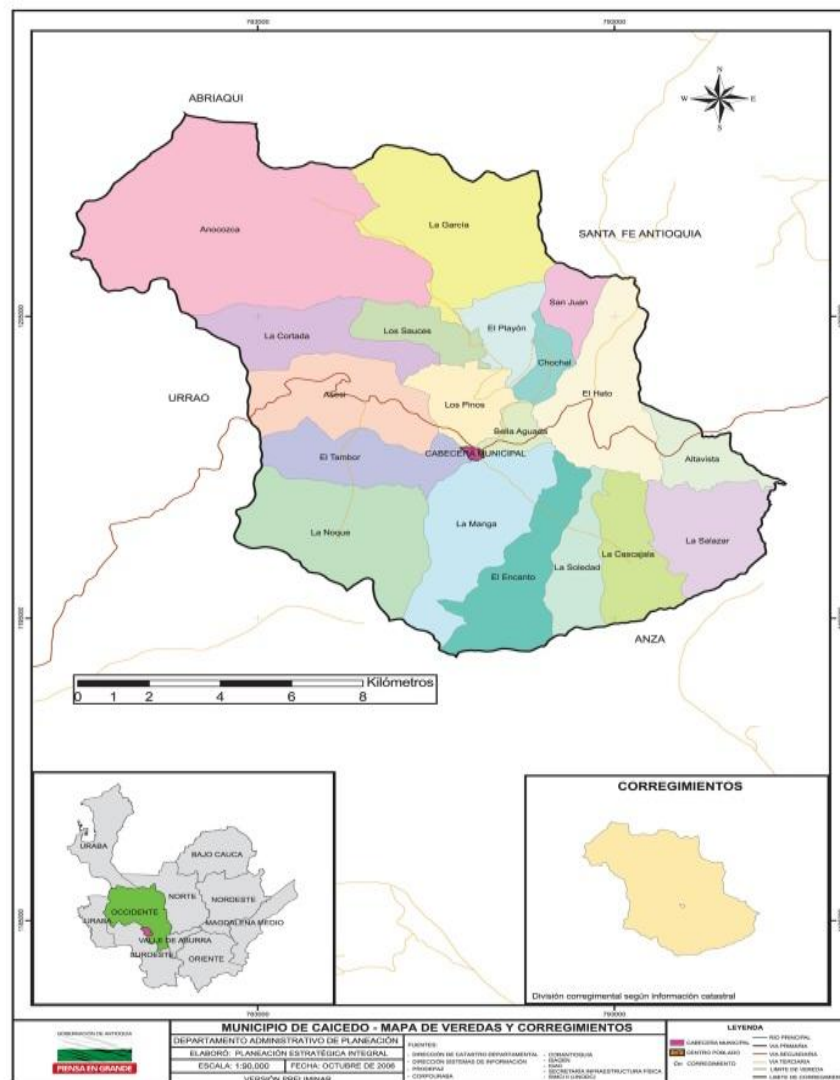


Imagen 1. Mapa del municipio de Caicedo

3.2 Procedimiento para la toma de muestra de suelo en campo

Es necesario identificar los diferentes tipos de suelos en la finca y los límites que estos suelos tienen dentro del paisaje para definir las unidades de muestreo.

Una vez se han definido los límites de cada unidad se procede a tomar las submuestras. Para ello se hace un recorrido sobre el terreno en zigzag, tomando submuestras en cada vértice donde se cambie la dirección del recorrido.

En cada sitio de muestreo se recomienda remover las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 40 cm x 40 cm, y luego introducir el barreno o la pala a una profundidad de 40 cm y extraer aproximadamente de 100-200 g de suelo y depositarla en un balde plástico limpio. Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada submuestra.

Las submuestras recolectadas se van mezclando en el balde hasta completar el número total de submuestras deseado, para nuestro caso 21. Posteriormente se transfiere 1 kg de suelo a una bolsa plástica limpia. La bolsa es cerrada y marcada con el nombre del propietario del predio, la vereda, el nombre de la finca y el cultivo.

La muestra compuesta se envió al Laboratorio de Suelos de la Universidad Católica de Oriente, UCO, 48 horas después de haberse tomado análisis y sacado la muestra definitiva.



Imagen 2. Puntos donde se tomaron las submuestras de suelo

3.3 Metodología utilizada por el laboratorio

El análisis de suelos fue realizado en el laboratorio “Suelo Vital” perteneciente a la Universidad Católica de Oriente, UCO. La metodología implementada fue la siguiente:

Metodologías de análisis físico-químicos		
Tipo de muestra	Análisis	Norma/Método
Suelos	Textura	Bouyoucus
	pH.	NTC-5264. Extracción Suelo Agua (1:2). Cuantificación Potenciométrica
	Conductividad eléctrica	Extracción suelo: agua (1:4). Cuantificación potenciométrica
	CIC (E)	Sumatoria de cationes
	Materia Orgánica	Calcínación
	Bases Intercambiables : Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio	NTC-5349 Método de extracción con Acetato de Amonio 1M y pH. 7. Cuantificación: absorción Atómica (AA).
	Análisis de Fósforo	NTC-5350 Método de Bray II
	Determinación de Azufre	NTC-5402 Numeral 4.4.2 Extracción: Fosfato monocalcico. Cuantificación: Turbidimétrica (UV/VIS).
	Determinación de Boro	NTC-5404 Numerales 4.1.2, 4.4.1. Extracción A: Berger y Troug (Agua Caliente).
	Determinación de Aluminio	NTC -5268 Extracción por Cloruro de Potasio (KCl) 1N. Cuantificación: absorción atómica.
	Determinación de Silicio	Método Cloruro de Calcio. Cuantificación: Colorimetría (UV/VIS)
	Determinación de Micronutrientes : Hierro, manganeso, cobre y zinc	NTC-5526. Numerales 5.1.3.3 y 5.4.3 Método de Olsen Modificado. Cuantificación: Absorción Atómica.
	Determinación de Nitratos	Serie Agronomy (9) Part 2. Methods of soil analysis. Extracción: Sulfato de Aluminio 0.025M. Cuantificación: Potenciometría.
	Determinación de Nitrógeno amoniacal	Método: Extracción por extracción por KCl 1N. Cuantificación: Potenciometría.

4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados que arrojó el laboratorio a partir del análisis de la muestra de suelo:

		Resultado Análisis de Suelos										
Laboratorio Suelos		Empresa		Yurley Varela								
Suelo Vital		Municipio		Caicedo								
		Cultivo		Aguacate								
suelovital@uco.edu.co		Fecha in.		D: 22		M: 08		A: 2017				
Tel: (57) (4) 569-90-90. Ext. 778-409		Fecha fin.		D: 28		M: 08		A: 2017				
Rionegro-Antioquia-Colombia		Móvil		3126432957					Fijo			
		Correo		tatik0701@gmail.com								
Código												
127		Textura					cmolc/ kg ⁽⁴⁾		dS/m	%		
Nombre de campo		Fracción		%		Clase		pH	Al	C.E	M.O	
El Alto		Arena		50		Franco Arcillo Arenoso		5.7	-	0.111	17.0	
Tipo de prueba-análisis		Limo		24								
22801		Arcilla		26								
		cmolc/ kg ⁽⁴⁾ ó meq-g / 100 g										
		K		Ca		Mg		Na		CIC (E)		
		2.39		4.21		8.99		0.08		15.64		
		mg/L (ppm)		mg/Kg (ppm)								
I.A. M. Sc Fáber de J. Chica Toro		N-NH ₄ ⁺		N-NO ₃ ⁻		Fe	Mn	Cu	Zn	B	P	S
Dirección laboratorio		4.54		7.50		63.07	7.40	1.14	0.81	0.98	3.18	63.80
Métodos. Textura: Bouyoucos. pH: agua (1:2). C.E: agua (1:2). CIC(E): suma cationes. M.O: calcinación. Ca-Mg-Na-K Intercambiables: acetato de amonio 1M y pH=7. Al Intercambiable: KCl 1N. P: Bray II. S: fosfato calcio 0.008M. B: agua caliente. Si: cloruro de calcio. Fe-Mn-Cu-Zn: Olsen modificado. N-NH ₄ ⁺ : cloruro de potasio 1N. N-NO ₃ ⁻ : sulfato de aluminio 0.025M. Las pruebas solubles utilizan agua desionizada como extractante. N.D: no detectable. N.A: no analizada.												

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelos, contrastado con los rangos óptimos de nutrientes (ver Tabla 1) se puede decir que:

Nivel en el Suelo	Potencial de Rendimiento Esperado [†]	Mehlich-3 Concentración de Nutrientes								
		P	K [Mayoría de Cultivos]	K [Código de Pastos]	Ca [‡]	Mg [‡]	SO ₄ -S [‡]	Mn [‡]	Cu [‡]	Zn
----- mg/kg (o ppm) -----										
Muy Bajo [§]	<65%	<16	<61	<21						<1.6
Bajo [§]	65 - 85%	16 - 25	61 - 90	21 - 40	≤400	≤30	≤10	<40	<1.0	1.6 - 3.0
Medio [§]	85 - 95%	26 - 35	91 - 130	41 - 60						3.1 - 4.0
Optimo	100%	36 - 50	131 - 175	61 - 100						4.0 - 8.0
Arriba del Optimo	100%	>50	>175	>100						>8.0

Tabla 1. Interpretación de los rangos de concentración de los nutrientes en el suelo

Se cuenta con alto contenido de materia orgánica la cual permite una mayor retención de humedad en el suelo, mejora la conductividad eléctrica y la penetración del agua, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. Por ser clima frio no hay una alta mineralización por lo tanto no se presentan excesos de nitrógeno que puedan afectar a las plantas.

El suelo posee un pH de 5.7, nivel adecuado, dado que el rango ideal en el cultivo de aguacate va desde 5,5 a 6,5; esta condición le permite una mejor absorción y movilización de nutrientes principalmente de P (fosforo).

En cuanto a los macronutrientes, se encuentran altos niveles de nitrógeno, lo cual le permite a la plantación una buena condición foliar, sin consecuencias negativas para este. El fosforo presenta un nivel bajo, asociado posiblemente a los altos contenidos de hierro en el suelo. Este déficit impide una adecuada formación del sistema radicular y ocasiona una baja retención de frutos después del cuajado.

En el caso del potasio, se encuentra un nivel excesivo, aunque no se observan problemas de salinidad. Esta condición dará un aporte importante en el llenado y peso de los frutos. El calcio tiene un nivel adecuado en el suelo, aunque se encuentra con tendencia a saturación baja, es de gran importancia aumentar su cantidad ya que este facilita la movilidad y absorción de otros nutrientes. Para el caso del manganeso, se reportan altos niveles, generando un antagonismo con el calcio, por lo que se hace

necesario aumentar las cantidades de este, mejorando la saturación y relación de ambos elementos.

Teniendo en cuenta la presencia de los elementos en el suelo y su influencia en la planta, se recomienda el siguiente plan de fertilización para el cultivo de Aguacate:

Numero de arboles	Yeso Agrícola (gr/árbol)	Basifos (gr/árbol)	NitroMag (gr/árbol)	Boro Cinco (gr/árbol)	Modo de aplicación
250 (ya se encuentran plantados)	87,5	50	80	20	
Arboles nuevos	350	50	80	20	4 Ciclos con 45 días de intervalo entre ellos.

Tabla 2. Recomendación plan de fertilización cultivo de Aguacate

Por otro lado, se obtuvieron imágenes aéreas donde se puede observar la distribución actual del terreno, los linderos y la pendiente. Estas permiten la medición del área para la elaboración de mapas.

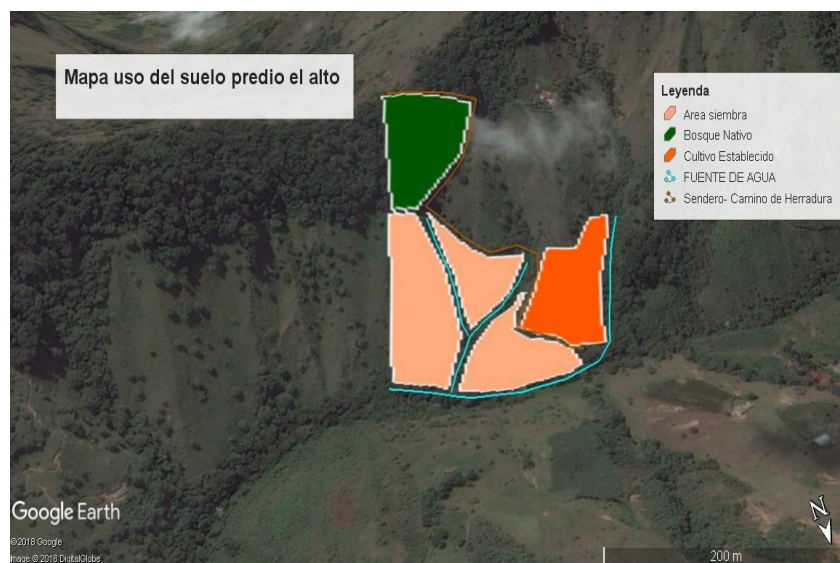



Imagen 3. Mapa uso del suelo finca el alto


Bosque Nativo “Área de conservación”: Corresponde a (bh-MB) BOSQUE HUMEDO-MONTANO BAJO, encontramos especies propias de esta zona como: *Quercus humboldtii* (Roble), *Vismia guianensis* (Carate), *Lepechimia bullata* (Salvio), *Myrsianthes sp* (arrayan), *Bocconia frutescens* (trompeto), *Piper lanceaefolium* (Cordoncillo), *Hesperomeles heterophylla* (Mortiño) *Weinmannia pubescens* (Encenillo), *Cavendishia pubescens* (uvito de monte), entre otras.

Área siembra nueva Aguacate: Siembra Nueva Lote 1, Área: 0,6 Ha, Densidad: 7 m x7 m, variedad: Hass, Edad: 8 mes, en asocio con maíz (Zea maíz) Criollo de la zona con un rendimiento de 80 kg de maíz seco por kilogramo de maíz sembrado.

Siembra Nueva Lote 2, Área: 0,5 Ha, Densidad: 7m x 7 m, Variedad: Hass, Edad: 8 meses, en asocio con maíz (Zea maíz), Criollo de la zona con un rendimiento de 60 kg de maíz seco por kilogramo de maíz sembrado.

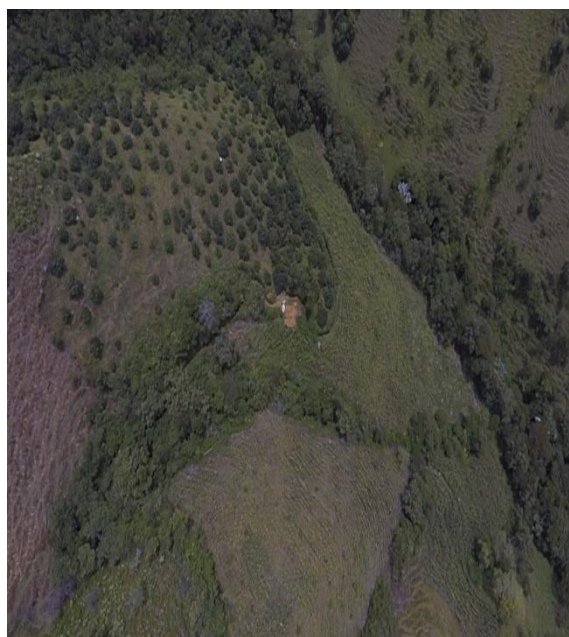
Siembra Lote 3, Área: 1 Ha, Densidad: 7m x 7m, Variedad: Hass, Edad: 2,5 meses.

 **Cultivo Establecido:** Cultivo de Aguacate (*Persea americana* M), Área sembrada: 0.7 Ha, Edad: 6 años, densidad de siembra: 7x6, Variedades: Hass, Fuerte, Reed, Colin Reed, la variedad Hass es producido para exportación con una producción de 70 kg/ árbol/año; las demás variedades se venden en el mercado nacional con una producción de 40 kg /árbol/año.

 **Fuente de agua:** retiro de 10 metros a lado y lado de la fuente, con rastros bajos como protección de las micro- cuencas, donde se encuentran especies nativas como: *Vismia guianensis* (Carate), *Lepechinia bullata* (Salvio), *Piper lanceaefolium* (Cordoncillo), *Hesperomeles heterophylla* (Mortiño) *Weinmannia pubescens* (Encenillo), *Cavendishia pubescens* (uvito de monte), entre otras.

 **Camino de Herradura:** utilizado para sacar la producción de la finca.

Imágenes 4 y 5. Fotografías aéreas del predio



Fuente: Varela, M

Imágenes 6 y 7. Fotografías aéreas del predio



Fuente: Varela, M

5 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelos, contrastados con un diagnóstico visual de árboles de Aguacate cercanos al predio y la bibliografía consultada, se puede concluir que en la finca la Cortada es viable establecer un cultivo de Aguacate de manera tecnificada, desde el punto de vista edáfico y climático.

Se encontraron niveles altos de macronutrientes como Nitrógeno (N), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) los cuales son de gran importancia en el Cultivo de Aguacate, ya que influyen en el desarrollo y crecimiento de la planta, activación de enzimas, síntesis de proteínas y calidad de los frutos.

La textura del suelo es franco arcilloso arenoso y posee un pH de 5.7, características adecuadas para la formación de un sistema radicular denso y muy ramificado, con bajas probabilidades de presentar deficiencias fundamentales de hierro y zinc.

6 Recomendaciones

Se recomienda que, al momento de llevar a cabo la toma de muestra de suelo, no se tenga establecido el cultivo, ya que esto puede afectar el resultado final del análisis.

Se sugiere que la frecuencia de aplicación del fertilizante se realice en base a la etapa fenológica del cultivo, a la eficiencia de los nutrientes y los rendimientos esperados por el productor.

Como práctica de conservación de suelos, se recomienda el establecimiento de cultivos transitorios, como frijol, maíz, zapallo, arracacha, entre otros, que permitan el aporte de nutrientes, la conservación de humedad y fauna microbiana nativa.

Para obtener márgenes altos de utilidad dentro del cultivo de Aguacate, se recomienda sembrar mínimamente entre 400- 500 árboles.

Además de las condiciones edafoclimáticas, para un adecuado desarrollo del cultivo, se sugiere contar con patrones de árboles nativos resistentes a plagas y enfermedades, sanidad del material, adecuado plan fertilización, homogeneidad del material, vigorosos, de buen color, erectos, raíz pivotante y buena selección de variedades a establecer.

Finalmente se recomienda contar con asistencia técnica integral, mínimo una vez al mes que le permita tener un fruto de mercado de exportación con un margen amplio de utilidad. (claudia, 2016)

7 Bibliografía

Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. (1992). *Los Fertilizantes y su uso*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>.

Barbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D. (S.f). *Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Obtenido de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf

Gonzalez, E., Pedraza, A., & Pérez, M. (2009). Caracterización Agrológica del suelo y diagnóstico de su fertilidad en la Estación experimental del campus Nueva Granada, Cajicá Cundinamarca. *Facultad de ciencias básicas*, 4(1), 82-104. Obtenido de <http://www.umng.edu.co/documents/63968/70312/CARACTERIZACION.pdf>

Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70>

Arias, H. (2015). *Fotointerpretación y mapificación*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/HectorRaulAriasForer/fotointerpretacin-y>

Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2013). *Guía práctica para la Caracterización del suelo y del terreno*. Obtenido de <http://ciatblogs.cgiar.org/suelos/2013/04/27/guia-practica-para-la-caracterizaciondel-suelo-y-del-terreno/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). *Municipios de Colombia por población*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/censos/.../NBI_total_cab_resto_mpio_nal_31dic08.xls

Manchego, M. M. (24 de 05 de 2016). El 65,8 % de la tierra apta para sembrar en Colombia no se aprovecha. *El Tiempo*, págs. 1-2.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). *Rendición de cuentas*. Obtenido de https://www.minagricultura.gov.co/Documents/Informe_2013_2014_Final.pdf

Rivera, Y., Moreno, L., Herrera, M., & Romero, H. (2016). La toxicidad por aluminio (Al³⁺) como limitante del crecimiento y la productividad agrícola: en el caso de palma de aceite. *Palmas*, 37(1), 1-13. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/index>

Universidad de Antioquia. (2012). *Diagnóstico técnico - Municipio de Caicedo Antioquia*. Obtenido de http://190.109.167.188:83/imagenes/SIAD/INF_SP_AGUA_POTAB_DOC_DIAGNOSTICO_CAICEDO.PDF

El Tiempo. (2015). Casi un tercio de la tierra en Colombia está mal utilizado. Obtenido de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16424314>.

Municipio de Caicedo. (2016). Información general. Obtenido de: http://www.caicedo-antioquia.gov.co/informacion_general.shtml#geografia.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). *Municipios de Colombia por población*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/censos/.../NBI_total_cab_resto_mpio_nal_31dic08.xls

Manchego, M. M. (24 de 05 de 2016). El 65,8 % de la tierra apta para sembrar en Colombia no se aprovecha. *El Tiempo*, págs. 1-2.

Agronet. (2016). Estadísticas Agrícolas. Ministerio de Agricultura. República de Colombia. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx> [Consultado en octubre de 2017].

Instituto colombiano Agropecuario- Ica. (2014). Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (bpa) en el cultivo de aguacate. Medellín, Colombia. Pág. 182-213.

Plan de Negocios de Aguacate. (2013). Programa de transformación productiva.
República de Colombia. En:
<https://www.ptp.com.co/documentos/PLAN%20DE%20NEGOCIO%20AGUACATE%20131211.pdf> [Consultado en octubre de 2017].